

PANORAMAS SETORIAIS 2030

# TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

André Luiz Medrado Barboza  
Ricardo Rivera de Sousa Lima  
Rodrigo Ferreira Madeira\*

\* Respectivamente, economista do Departamento de Investimento em Fundos (DEINF) da Área de Investimento no Mercado de Capitais (AIMC), gerente e economista do Departamento de Tecnologia da Informação e Comunicação (DETIC) da Área de Indústria e Serviços (AI) do BNDES.

## 1. Introdução

O objetivo deste artigo é apontar as perspectivas do setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) para 2030, abordando também o papel das políticas públicas, incluindo o do BNDES. Esse termo, no âmbito deste documento, abrange os segmentos de *software*, serviços de TI, bens eletrônicos e componentes (*hardware*), e serviços de telecomunicações.

Na primeira parte, o trabalho abordará as tendências tecnológicas para os próximos cinco anos, uma vez que o dinamismo do setor é de tamanha magnitude, que quaisquer projeções para além desse horizonte carregam grau de incerteza que inviabiliza o valor do exercício. Em seguida, aspectos da estrutura de mercado e da competitividade do setor serão tratados. Na sequência, serão apresentadas previsões sobre a dinâmica dos investimentos e das cadeias produtivas, e a relação de fatores globais emergentes com o setor. Por fim, expõem-se as conclusões.

Em síntese inicial, para apoiar um setor altamente tecnológico e dinâmico, que sofrerá mudanças significativas nos próximos anos, o BNDES deve ser uma instituição igualmente dinâmica e articuladora de políticas de desenvolvimento de longo prazo, capaz de apoiar estrategicamente a inovação, a inserção brasileira competitiva na cadeia global de valor, além de promover o avanço das redes de comunicação em compasso com a infraestrutura de países líderes mundiais.

## 2. Tendências tecnológicas

É natural que mudanças tecnológicas afetem os mais diversos setores da economia ao longo tempo. No entanto, o setor de TICs, como diz o próprio nome, é intrinsecamente tecnológico, com mudanças disruptivas constantes e, muitas vezes, imprevisíveis. Nesse caso, compreender as tendências tecnológicas é um passo fundamental para tentar projetar como o setor estará em 2030, apesar de isso ser uma tarefa complexa.

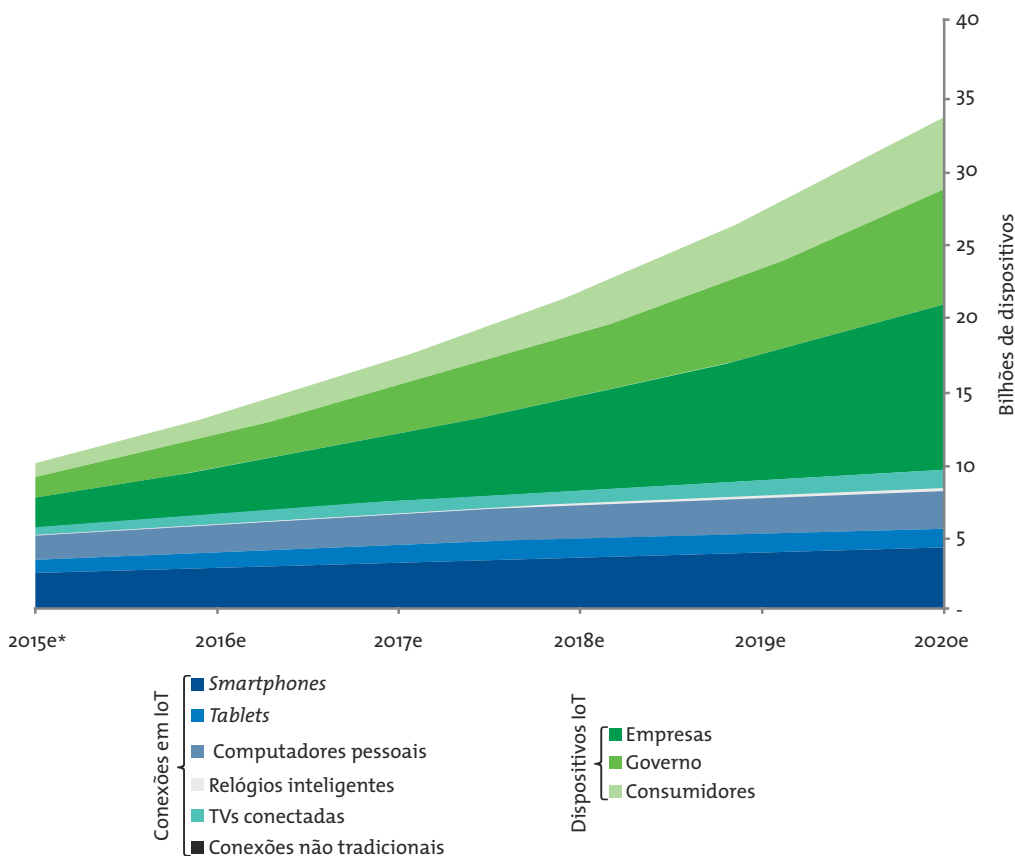
Uma tendência importante é a crescente conexão de diversos objetos e pessoas em diferentes redes de comunicação, no que vem sendo atualmente denominado de internet das coisas (*internet of things* – IoT). A IoT parte de incluir sensoramento, processamento e comunicação para diversos objetos que hoje não são “inteligentes”, como portas, itens em uma loja, eletrodomésticos, lixeiras e postes de iluminação. Isso permitirá otimizar diversos tipos de processos, gerando novas funcionalidades para objetos (postes poderão verificar o trânsito e servir de *hotspots* de comunicação), e

produzindo diversas informações que hoje não estão disponíveis, para geração de algum tipo de valor.

McKinsey Global Institute (2015) estima que o impacto da IoT em diversos setores será da ordem de US\$ 4 trilhões a US\$ 11 trilhões até 2025. Como um fenômeno que se encontra em fase inicial, a IoT promete oferecer soluções em modelos de negócios globais, abrindo oportunidades para a inserção internacional de empresas brasileiras, bem como impõe ameaças para aquelas que não compreenderem como a digitalização das atividades produtivas pode afetar seus negócios nas múltiplas e ainda não imaginadas aplicações da IoT, como nas áreas industrial, agrícola, de saúde ou de varejo.

Essa tendência colocará grandes desafios de conectividade, na medida em que o número de aparelhos em rede crescerá a um ritmo de 28% ao ano até 2020, puxado pelas conexões em IoT, conforme o Gráfico 1 apresenta. Em 2030, o potencial de diferentes objetos conectados trocando dados será, provavelmente, muito maior.

Gráfico 1: Número de dispositivos conectados na internet, no mundo



Fonte: Adaptado de BI Intelligence (2015).

\* e = estimado.

No campo dos novos materiais, destaca-se o avanço da nanotecnologia, mecânica fina e biotecnologia. A nanofabricação e a produção de tecnologias híbridas – que mesclam biologia com eletrônica – formarão uma das bases tecnológicas mais relevantes da cadeia eletrônica no futuro.

Na busca por maximizar os efeitos de escala, o setor eletrônico deverá buscar ao máximo explorar a lógica de plataformas de produtos. Até então, em geral, havia uma proliferação de equipamentos diferentes de acordo com a aplicação a que eram destinados: para telecomunicações, automação industrial, setor elétrico, setor bancário, entre outros. Há uma relevante tendência de construção de um modelo de *hardware* básico que atenda diversas demandas, cabendo à camada de *software* – embarcada ou não nesses dispositivos – parte significativa da customização e valor dos produtos. Como exemplo, a eletrônica de um *drone* (ou Vant – veículo aéreo não tripulado) é muito similar à de um *smartphone* – contém dispositivos de processamento, memória, comunicação, captura de imagem e outros requisitos e funcionalidades muito semelhantes.

Outra mudança relevante e de longo prazo que pode ocorrer está na relação entre o homem e a máquina. O reconhecimento de comandos por voz está se tornando mais frequente e, com o avanço científico, a leitura dos sinais cerebrais já possui aplicações. É possível que, em 2030, parte importante da relação do homem com as máquinas seja razoavelmente diferente da atual, na qual a interface é feita pela utilização de periféricos.

A computação cognitiva com largo emprego de inteligência artificial (AI, do inglês *artificial intelligence*) para gerar informações relevantes a partir de grandes bases de dados (*big data*) também é outra fronteira que será amplamente explorada. Os dados gerados pelos dispositivos conectados serão úteis para esse fim.<sup>1</sup>

Outras tecnologias que merecem destaque são os carros autônomos, *fintechs*, a impressão 3D, o *blockchain*. Todas elas causarão impactos relevantes na organização da economia, afetando vários segmentos como logística, serviços financeiros e de atendimento ao cliente, produção industrial, construção civil, entre outros. Essas tendências são relacionadas diretamente com o setor de TICs, pela necessidade tanto de *softwares* inteligentes quanto de transmissão de dados em alta *performance*.

No setor de telecomunicações, os investimentos na expansão da infraestrutura de transporte de dados em alta capacidade (fibra óptica, no caso terrestre, e tecnologias

---

<sup>1</sup> Um exemplo é o Watson da IBM, uma inteligência artificial capaz de realizar diagnósticos médicos acessando base de dados de milhares de diagnósticos e publicações acadêmicas relacionadas ao caso apresentado.

como 5G, entre outras, para a comunicação sem fio) serão fundamentais para criar as vias necessárias para o desenvolvimento e a difusão do uso de grande parte das tecnologias vindouras.

Nesse contexto de dinâmica tecnológica intensa, o planejamento e a execução de políticas públicas específicas para o desenvolvimento do setor é crucial para posicionar o país como competidor global. Caso não haja uma política tecnológica de longo prazo, a tendência natural é que o país continue como seguidor. Sem *players* nacionais com alguma solução globalmente competitiva, o setor produtivo será apenas importador e, portanto, o país ficará à margem das atividades de maior valor agregado e intensivas em conhecimento.

### 3. Estrutura de mercado e fatores de competitividade

Por englobar diversos segmentos, o setor de TICs tem características diferentes quanto à estrutura de mercado e fatores de competitividade.

O segmento de *software* não exige logística de distribuição. Apenas a internet separa o desenvolvedor do consumidor. Logo, as principais barreiras à entrada para *software* estão ligadas a recursos humanos e efeitos de rede.

Existe um fator importante relacionado à economia de redes. Nela, o produto que alcança antes a adesão da maioria se torna muito atraente: há um valor gerado para quanto mais clientes usarem a solução, o que, ao fim, blinda o mercado a novos entrantes. Muitas vezes, é o modelo comercial o maior diferencial entre as empresas vencedoras e nem tanto a inovação tecnológica.

Como exemplos podemos citar o Facebook e o Whatsapp. Quanto mais pessoas usarem o Facebook, mais se torna atraente usá-lo e, se todos o usam, é muito custoso usar uma solução concorrente. O mesmo ocorre com o Whatsapp, que cada indivíduo usa porque sabe que a maioria o usa e é muito difícil migrar para algum aplicativo semelhante, como Viber e Wechat (que podem ter até mais funcionalidades), simplesmente porque eles não atingiram o uso massificado do Whatsapp.

Em *hardware* são requeridos altos investimentos para alcançar as economias de escala que tornem a produção competitiva. Logo, as barreiras estão associadas a *marketing* global para formar uma marca reconhecida; recursos para grandes e frequentes investimentos em inovação e no parque fabril; e inserção na cadeia global de produção.

Em telecomunicações, as barreiras são regulatórias e de capital. A entrada no setor se dá por habilitação nos órgãos competentes e por participação em leilões de

espectro. Há forte controle por agências e órgãos reguladores. O custo de entrada também é elevado.

No segmento de serviços de TI, existem algumas barreiras à entrada dependendo do tipo de serviço. No caso de *contact centers* e serviços de *helpdesk*, as empresas estabelecidas têm ampla vantagem em virtude de grandes contratos previamente conquistados. Já empresas de *data centers*, por exemplo, têm alto custo de implementação dos projetos.

Com relação ao padrão de concorrência, este varia de acordo com os segmentos de TICs. Em telecomunicações, por exemplo, a concorrência é naturalmente menor, mas em *hardware* e *software* a concorrência é elevada, com grande relevância de *players* internacionais. No caso de *hardware*, a competitividade das empresas brasileiras hoje está, em grande medida, vinculada às políticas de estímulo à produção local. Apesar de existir um conjunto de empresas inovadoras em *hardware* no país, em sua composição mais ampla, o setor precisa avançar em inovação, sob pena de depender progressivamente mais dos incentivos fiscais para manter o parque fabril existente. Em *software*, os fatores não comerciais – complexidade tributária e diferenças culturais – atuam para aumentar a competitividade das empresas brasileiras.

Como já frisado, é muito difícil prever um cenário de 15 anos para o setor de TICs, que é marcado por rápidos ciclos tecnológicos, surgimento e morte frequente de empresas, além de muitas fusões e aquisições. Empresas que foram líderes em uma geração, como a Motorola e a Nokia que dominavam o setor de celulares 2G, perderam mercado na telefonia 3G. Há ainda empresas antigas que conseguem se reinventar, como é o caso da IBM, que passou de produção de computadores para a prestação de serviços de *software*. Fatores como preço e marca exercem alguma influência na competitividade, porém o setor de TICs é primariamente puxado pela lógica da inovação.

Cada vez mais, parte relevante das inovações ocorre pela forte colaboração entre diversos atores da cadeia produtiva, por vezes concorrentes, constituídos em ecossistemas de inovação. Nesse contexto, o conhecimento do cliente e a capacidade de coordenar a cadeia de inovação e produtiva são fundamentais.

Para participar dessa cadeia, em determinados segmentos é primordial apoiar a formação em larga escala de mão de obra qualificada, além de recursos para apoiar a inovação. Porém, é também imperioso que o país domine competências estratégicas, como a capacidade de projetar produtos eletrônicos e operar tecnologias de micro (nano) fabricação (por exemplo: projeto e fabricação de semicondutores), criptografia, entre outras.

Em *software*, hoje as grandes líderes são as empresas do Vale do Silício: Apple, Google, Facebook e Amazon. São empresas novas e que cresceram com a internet

e os dispositivos móveis. Possuem estoques elevados de recursos em caixa, que utilizam para adquirir novas empresas de tecnologia, com soluções que podem complementar ou concorrer com sua atuação. Essas empresas estão moldando não somente o setor de TI, mas toda a sociedade, pois a TI cada vez mais engloba diferentes atividades cotidianas.

Há ainda grandes empresas de *software* ligadas a soluções mais tradicionais, como as americanas Microsoft e Oracle, e a alemã SAP. Sua relevância na indústria tem caído, dado que atendem principalmente demandas de computadores pessoais e redes corporativas, ligadas à geração tecnológica anterior (não *mobile*), e porque utilizam modelos comerciais superados baseados em vendas de licenças.

Em *hardware* e componentes, há grandes *players* americanos, europeus e asiáticos, como Samsung e LG (Coreia do Sul); Sony, Panasonic, Toshiba e Renesas (Japão); Foxconn; TSMC; UMC (Taiwan); Huawei, ZTE e Xiaomi (China); Silterra (Malásia); Tower-Jazz (Israel); STMicroelectronics; Ericsson; ARM; Infineon; Siemens; Philips (Europa); GE; Intel; Texas Instruments; Freescale; Cisco; Flextronics; SanDisk; Kingston; Altera; Micron Technology; GlobalFoundries; Dell; HP e Qualcomm (Estados Unidos); entre outros.

Para as empresas com foco no consumidor final, há o desafio de ter uma marca forte – associada a qualidade, inovação e outros fatores. Para as empresas que fabricam, há o desafio de manter grandes investimentos em inovação.

Atualmente, tem ocorrido forte consolidação de grandes fabricantes de componentes eletrônicos, especialmente semicondutores e *displays*, dado que o segmento necessita de escala e exige investimentos bilionários nas plantas industriais, que rapidamente se tornam obsoletas. Em eletrônica de consumo, há ainda um processo contínuo de empresas tradicionais perdendo espaço para empresas de novas gerações, associadas a novas demandas de dispositivos móveis e inteligentes.

Mesmo o setor de telecomunicações, com elevadas barreiras à entrada e oligopolizado, enfrenta o desafio das empresas de internet denominadas de *over-the-top* (OTT) – Google, Facebook, Amazon, Netflix etc. –, que puxam a demanda de banda larga para prover conteúdos, sem obrigação de investimento em infraestrutura. Esse movimento força as empresas de telecomunicações a se diferenciar por qualidade do serviço, além de buscar agregar valor com oferta de outros serviços.

Como frisado anteriormente, no Brasil, a manufatura de *hardware* está particularmente focada na etapa final de montagem, sendo muito dependente de incentivos fiscais, pois tal etapa se apropria cada vez menos do valor gerado na cadeia de produção. O valor do bem eletrônico está cada vez mais concentrado na solução (inovação) desenvolvida para o cliente final e materializada em um equipamento, no *software* embarcado e nos componentes eletrônicos-chave, em especial os semicondutores.

No Brasil, o segmento de *software* é composto em sua ampla maioria por micro e pequenas empresas, que conferem dinamismo ao setor. As empresas brasileiras de maior porte nessa área têm foco em soluções para o mercado corporativo, em sistemas de gestão e serviços de TI – como a Totvs, Linx, Stefanini, Tivit; exemplos não exaustivos de empresas competitivas.

Em *hardware*, há um ambiente composto por multinacionais e empresas locais de maior porte, atraídas e consolidadas pelos incentivos locais para manufatura, um conjunto de empresas médias e pequenas locais inovadoras, um ecossistema embrionário para semicondutores e um conjunto de instituições científicas tecnológicas (ICT) que apoiam a inovação, incentivadas pelo arcabouço legal vigente.

Entre os principais desafios para aumentar a competitividade do setor de TIC no Brasil e aproximá-lo da melhor prática internacional estão, entre outros:

- melhor qualificação dos recursos humanos em todos os níveis;
- fomentar um ambiente empreendedor, por meio da desburocratização e simplificação de regras para criação de empresas;
- formação e fortalecimento de ecossistemas/*clusters* de inovação/produção;
- equacionamento das necessidades de financiamentos aos negócios com elevada incerteza tecnológica (seja por capital de risco, seja por financiamento tradicional);
- políticas públicas específicas para determinados setores.

## 4. Investimentos e cadeias produtivas

Para os próximos anos, o setor, no Brasil, enfrentará algumas restrições para a expansão dos investimentos, entre as quais a oferta de pessoal capacitado/empreendedor para gerar empresas inovadoras e que adotam tecnologias emergentes; a baixa inserção do Brasil na cadeia global; e disponibilidade, velocidade, confiabilidade e abrangência de redes de comunicação.

Além do fator recursos humanos e da disponibilidade de banda larga, as empresas de TICs dependem em maior ou menor grau do suporte governamental. Portanto, será necessário o planejamento e a execução de políticas públicas com incentivos adequados e articulados para desenvolvimento de tecnologias críticas (viabilizar a atração de investimentos estrangeiros e locais), envolvendo aspectos de comércio exterior, regulação, financiamento, compras e encomendas tecnológicas públicas, acesso ao mercado e formação de mão de obra. Cabe frisar que, no cenário atual, é imperioso



que qualquer política de incentivo ao setor estimule e oriente as empresas para competir globalmente.

Até 2030, o capital de risco (*angel*, *seed money* e *venture capital*) deve permanecer como o alicerce de recursos para inovações em TICs. A TI é caracterizada por ciclos tecnológicos rápidos. Essa dinâmica faz com que novas empresas sejam protagonistas nas inovações. A experiência do Vale do Silício mostra que o capital de risco é o melhor instrumento para desenvolver esse ecossistema – as poucas empresas bem-sucedidas remuneraram o investimento em muitas outras. No entanto, o financiamento de longo prazo e os instrumentos híbridos (como dívida conversível) também podem ocupar espaço relevante nos recursos reembolsáveis para o setor. Ainda, o setor é largamente incentivado por recursos não reembolsáveis (*grants*). Reputa-se parte relevante do progresso do Vale do Silício a recursos do governo dos Estados Unidos para o desenvolvimento aeroespacial e militar.

No caso de investimento em infraestrutura de telecomunicações, o financiamento de longo prazo via bancos ou mercado de capitais (ações ou debêntures) continuará sendo a estratégia mais utilizada.

Com relação às cadeias globais de produção, é difícil imaginar o impacto que novas tecnologias podem gerar sobre a distribuição da produção de TICs no mundo. No curso atual, a produção seguirá se concentrando no Extremo Oriente (Coreia do Sul, Taiwan e China). Há que se observar o fenômeno da manufatura 4.0 e tecnologias como impressão em 3D que prometem deslocar a produção de bens para perto do mercado consumidor. Embora a impressão de componentes eletrônicos de alta *performance* ainda esteja distante dessa realidade, certamente avançará nos próximos 15 anos.

A liderança nesse processo tende a se concentrar nas empresas mais inovadoras. É esperado que empresas chinesas passem a dividir liderança com americanas, coreanas, japonesas e europeias em diversos segmentos, em especial de eletrônica de consumo e telecomunicações. Todavia, em *software* e internet, as gigantes globais (Google, Apple, Facebook e Amazon) tenderão a se fortalecer com a ampliação do efeito de rede e o uso do capital acumulado em caixa para movimentos de aquisição de novos concorrentes.

As empresas brasileiras de eletrônica, em sua maioria, são seguidoras. Atualmente conseguem agregar mais valor com inovação em produtos em poucos nichos, como em automação bancária e em equipamentos de telecomunicações. Nos últimos anos, tem se verificado uma queda no valor agregado local na indústria de eletroeletrônicos. O país está fazendo apostas na área de semicondutores, da qual se esperam frutos em relação ao adensamento produtivo local, mas não o suficiente para assumir um papel protagonista global. Caso o país não seja bem-sucedido em priorizar e estimular

a inovação e o adensamento tecnológico local e aproveitar oportunidades como a IoT, há um risco relevante de a cadeia local do segmento de *hardware* sofrer uma deterioração significativa.

## 5. Fatores emergentes relevantes e sua correlação com as TICs

Uma tentativa de vislumbrar o setor de TICs em 2030 vai além do exercício de mapear tendências tecnológicas e como os mercados se comportarão nesses cenários. É importante avaliar o impacto de tendências globais que permeiam a produção, o meio ambiente e o relacionamento com a sociedade. Abaixo, um breve resumo desses fatores e sua relação com as TICs.

- **Eficiência energética:** aparelhos eletrônicos estão se tornando cada vez mais eficientes. Principalmente, em virtude dos avanços no campo da microeletrônica, é possível ser mais eficiente em matéria de processamento, memória e comunicação, com menos consumo de energia.
- **Emissões de poluentes:** há uma preocupação crescente com a geração de lixo eletrônico, dada a rápida obsolescência dos bens de informática. As iniciativas de reuso e reciclagem de eletrônicos estão crescendo e podem representar uma atividade econômica relevante no futuro. Há também empresas que já projetam e fabricam suas soluções pensando na melhor forma de posteriormente reciclá-las ou descartá-las.
- **Consumo de água:** não há correlação com o setor.
- **Pesquisa e Desenvolvimento (interna e em cooperação com outras instituições):** a P&D é o principal diferencial competitivo nas TICs, conforme apresentado anteriormente.
- **Manufatura avançada:** as TICs serão tecnologias habilitadoras da manufatura avançada.
- **Perfil de qualificação da mão de obra:** o setor depende muito, em seu desenvolvimento, da disponibilidade de empreendedores e colaboradores bem formados.
- **Relações com o setor de serviços:** o modelo comercial dos *softwares* tem migrado de venda de licenças para aluguel ou pagamento por uso (*SaaS – software as a service*). Ainda, a “uberização” da economia coloca o *software* no centro de um modelo de negócios no setor de serviços, apoiado em tecnologias móveis. Também no setor de *hardware*, verifica-se uma tendência

de comercialização dos equipamentos como serviço para atender o setor corporativo.

- **Relações com o entorno e com a sociedade civil:** o uso de TICs tem um impacto muito relevante de inserção do cidadão na sociedade, mediante a disponibilização de informações, serviços e ferramentas de produtividade. A universalização do acesso à banda larga é uma questão que deve ser tratada por política pública, visto que as desigualdades no acesso aos serviços de internet estão correlacionadas com redução de oportunidades e consequente aumento da desigualdade de renda.

## 6. Conclusões

Dada a natureza do setor de TICs, uma tentativa de prever qualquer panorama para 2030 tem grande chance de ser incompleta. Por isso, este trabalho se apoiou nas tendências tecnológicas e competitivas atuais para apontar uma direção possível.

É improvável que o Brasil se torne líder em muitas das tendências tecnológicas do setor, porém, em algumas, o país tem potencial para se destacar, entre as quais: eletrônica orgânica/híbrida (principalmente em painéis fotovoltaicos e iluminação) e *software* de gestão corporativa e ligados ao setor de cultura e economia criativa (como *games*).

Para o setor evoluir no país, além dos avanços em políticas horizontais – formação de recursos humanos, estímulo à inovação etc. –, é necessária uma política tecnológica e industrial de longo prazo, com escolhas de segmentos nos quais o país vai se posicionar de maneira competitiva.

O mais importante, entretanto, será trabalhar de forma planejada (com estudos técnicos corroborando a escolha de focos de atuação estratégicos), articulada e com instrumentos efetivos, com suficientes recursos e flexibilidade em seu emprego, para almejar objetivos concretos, definidos e adequadamente mensurados.

O BNDES tem uma vocação histórica de apoiar políticas de desenvolvimento de longo prazo. No setor de TICs, os autores entendem que o Banco deve assumir um papel de articulador de políticas tecnológicas/produtivas, unindo esforços de governo, academia e empresas para priorizar segmentos em que o país pode ser competitivo. Para atingir esses objetivos, será necessário atuar com foco e com instrumentos capazes de induzir investimentos de risco como recursos não reembolsáveis e *venture capital*.

Ainda, em específico, entende-se que o Banco deva: (1) exercer papel relevante em apoiar a massificação e a melhoria da qualidade da banda larga; (2) reforçar sua atuação em instrumentos de renda variável direta e/ou via fundos; e (3) fazer uma reflexão sobre a importância de ter instrumentos de apoio não reembolsáveis mais robustos para empresas com foco em inovação – quer para prêmios de inovação, quer para aplicações definidas como prioritárias.

## Referências

BI INTELLIGENCE. *BI Intelligence projects 34 billion devices will be connected by 2020*. 2015. Disponível em: <<http://www.businessinsider.com/bi-intelligence-34-billion-connected-devices-2020-2015-11>>. Acesso em: mai. 2017.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. *The Internet of Things: mapping the value beyond the hype*. Jun. 2015. Disponível em: <<http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world>>. Acesso em: dez. 2016.

## Bibliografia

LIMA, R. R.; BARBOZA, A. L. Panorama setorial 2015-2018: complexo eletrônico. In: *Perspectivas do investimento 2015-2018 e panoramas setoriais*. Rio de Janeiro: BNDES, dez. 2014.

LIMA, R. R.; MOREIRA, D. Panorama setorial 2015-2018: telecomunicações. In: *Perspectivas do investimento 2015-2018 e panoramas setoriais*. Rio de Janeiro: BNDES, dez. 2014.